**Modern Management** 现代管理, 2024, 14(5), 929-934
Published Online May 2024 in Hans. https://www.hanspub.org/journal/mm
https://doi.org/10.12677/mm.2024.145107

Hans汉斯

# 电力仓储管理环节碳排放核算方法研究

**洪芳华[1]，葛长宏[1]，徐弘道[1]，胡承鑫[1]，费　冬[1]，肖　锋[2]**

[1]国网上海市电力公司物资公司，上海
[2]上海久隆企业管理咨询有限公司，上海

收稿日期：2024年3月28日；录用日期：2024年4月10日；发布日期：2024年5月31日

## 摘　要

**电力仓储是电网供应链的主要环节之一，该环节产生大量的碳排放，随着国家“双碳”目标的提出，电力仓储管理环节碳排放的准确计量与分析是电网供应链实现低碳转型的重要基础和前提条件。本文借鉴碳排放核算理论方法和物流仓储企业的碳排放核算，在碳排放因子核算法的基础上，设计了一种适用电力仓储管理的碳排放核算方法，建立了一套支持电力仓储碳排放核算工具，降低电力仓储过程中碳排放核算的复杂度，有助于电网企业制定相应的减排目标和计划，推动电网供应链绿色低碳转型。**

## 关键词

**电力仓储管理，碳排放核算，电网供应链，碳排放因子，低碳转型**

# Research on Carbon Emission Accounting Methods in Electricity Warehouse Management Segment

**Fanghua Hong[1], Changhong Ge[1], Hongdao Xu[1], Chengxin Hu[1], Dong Fei[1], Feng Xiao[2]**

[1]State Grid Shanghai Electric Power Company Materials Company, Shanghai
[2]Shanghai Jiulong Enterprise Management Consulting Co. Ltd., Shanghai

Received: Mar. 28th, 2024; accepted: Apr. 10th, 2024; published: May 31st, 2024

## Abstract

**Electricity storage is one of the main links in the grid supply chain, which generates a large amount of carbon emissions, with the national “double carbon” goal, the accurate measurement and analysis of carbon emissions from electricity storage management is an important foundation and prerequisite for the realization of low-carbon transformation of the grid supply chain. This paper draws on the carbon emission accounting theory and methods and logistics warehousing**

文章引用: 洪芳华, 葛长宏, 徐弘道, 胡承鑫, 费冬, 肖锋. 电力仓储管理环节碳排放核算方法研究[J]. 现代管理, 2024, 14(5): 929-934. DOI: 10.12677/mm.2024.145107

**enterprise carbon emission accounting, in the carbon emission factor accounting method based on the design of an applicable electric power power warehousing management of carbon emission accounting methods, the establishment of a set of support for electric power warehousing carbon emission accounting tools, reduce the complexity of carbon emission accounting in the process of electric power warehousing, help grid enterprises to formulate the corresponding emission reduction goals and plans, and to promote the green and low-carbon transformation of the power grid supply chain.**

## Keywords

**Electricity Storage Management, Carbon Accounting, Grid Supply Chain, Carbon Emission Factors, Low Carbon Transition**

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).
http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Open Access

## 1. 引言

随着“碳达峰、碳中和”目标的提出，绿色供应链建设成为电网物资工作的重点，而电力仓储是电网供应链碳排放的主要环节之一，开展对电力仓储管理环节碳排放核算方法研究，有助于掌握仓储环节碳排放强度，为电网供应链物流降碳决策提供数据支撑，助力电网供应链绿色低碳转型[1]。

为落实国家“双碳”政策、推进电力仓储管理环节的碳减排，电网企业首要工作是摸清家底，开展碳盘查，为制定电力仓储管理环节的碳减排方案、推动电网供应链绿色低碳转型提供更为全面科学的数据支持，本文主要围绕摸排仓储环节碳排放源、构建仓储碳排放测算模型、开展仓储环节碳排放试算、评估仓储环节碳排放水平四部分内容开展碳排放核算方法研究，设计了一套适用电力仓储管理环节的碳排放核算方法，建立了一项支持电力仓储管理的碳排放核算工具，降低了电网企业在仓储管理过程中碳排放核算的复杂度，在电网供应链仓储管理环节的碳排放核算方面提供了参考。

## 2. 碳排放核算理论方法与研究现状

### 2.1. 碳排放核算理论方法

#### 2.1.1. 碳排放计算法

碳排放计算法是联合国政府间气候变化专门委员会，世界气象及联合国环境规划署于 1988 年联合建立的机构，在碳排放研究领域构建了一套碳排放核算的理论和框架，制定“某一个碳源排放量 = 消耗量 × 排放因子”的计算方法，在全球范围得到广泛应用。

#### 2.1.2. 碳测算实践理论

碳测算实践理论是根据国际标准化组织制定的用于评估物质转换对环境影响的评价框架，形成了对环境生命周期评价的原则和框架，以及评价目标与范围及分析的实施标准。

#### 2.1.3. 碳测算开展路径

ISO14064 温室气体核算体系规定了核查策划、评估程序和评估温室气体等要素；GB/T 32151 温室气体排放核算与报告要求规定了 13 类行业生产系统的碳排放核算程序，用于企业温室气体排放的量化、监测、报告和验证。

### 2.2. 仓储管理碳排放研究现状

随着绿色物流的快速发展，许多物流仓储行业根据我国“双碳”目标提出了多种适用于仓储管理的碳排放核算方法。我国为助力绿色物流的发展，出台了一系列标准和指南，如《绿色物流指标构成与核算方法》(GB/T 37099-2018)、《快递业温室气体排放测量方法》(YZ/T 0135-2014)等，都对仓储碳排放核算提出了具体的要求和指导。

FedEx Express 公司采用了生命周期评价法，对仓储设施的建设、运营、废弃等各个阶段进行了全面的碳排放核算。该公司的碳核算涵盖了从原材料采购、产品制造、运输、配送到最终处理的全过程，同时考虑电力消耗和员工通勤等其他因素，按照调研仓库用能结构及排放源识别、编制仓储碳排放核算清单、建立仓储碳排放核算方法、设计仓储碳排放计算模型等步骤，对该公司仓储管理的碳排放进行核算；京东物流采用了基于排放因子法的碳核算方法，对仓储活动中的碳排放量进行核算。该公司的碳核算考虑了电力消耗、设备运行、运输等多个环节的碳排放，同时也对包装材料和废弃物处理等环节进行了考虑。按照明确核算边界与识别碳排放源、编制核算清单、配置计算方法、锁定基础数据、设计碳排放核算模型等步骤，对该公司仓储管理的碳排放进行核算。通过碳排放核算，制定相应减排措施，推动物流仓储行业绿色低碳转型。

## 3. 电力仓储管理环节碳排放核算方法

通过借鉴 IPCC 核算指南、碳排放核算体系等文献资料，设计了一套适用电力仓储管理环节碳排放核算方法。在研究相关物流仓储公司实施碳排放核算的典型做法，分析碳排放测算方法在电力仓储管理的适用性和可行性，明确电力仓储管理碳排放核算五个步骤：确定适用仓储碳排放核算框架、仓储业务调研与识别仓储排放源、范畴分析、构建仓储碳排放核算模型、开展仓储环节碳排放试算[2]，以下对五个步骤具体说明：

### 3.1. 确定适用仓储碳排放核算框架

本文提出的电力仓储管理环节碳排放核算方法基于碳排放因子核算法，其核算框架具体由明确核算边界及碳源、编制排放核算清单、制定排放计算方法、收集排放计算数据和排放计算组成。

### 3.2. 仓储业务调研与识别仓储排放源

**Figure 1.** Carbon emission diagram of storage management of power supply chain
**图 1.** 电网供应链仓储管理碳排放示意图

通过对某电网供应链仓库实地调研，识别仓储管理全环节一、二、三次能源排放情况，系统了解仓储业务活动中的用能环节、用能设备及能源类型，明确仓储排放核算边界，支撑碳排放计算方法研究。通过仓库调研摸清仓储管理用能现状及存在问题，在仓储管理边界的基础上，细化梳理每一个作业环节的用能设备及对应的用能类型，进而识别出各环节碳排放源，电网供应链仓储管理碳排放示意图如图 1所示。

### 3.3. 范畴分析

参考碳排放范畴分析标准方法，通过调研摸清仓储管理用能情况，围绕仓储管理过程范畴一、二、三的能源排放，将业务环节、用能设备及排放类型进行对应，支撑仓储排放核算清单编制[3]。直接排放范畴一：包括收发货、盘点、理货时使用叉车、行吊等装卸设备使用柴油等一次能源产生的排放。间接排放范畴二：包括收发货、存储、盘点、理货时使用叉车、自动化货架、行吊等装卸设备用电产生的排放。间接排放范畴三：包括设施运营过程种，办公设备及耗材等外购产品的排放；货物装卸的外购服务排放。

### 3.4. 构建仓储碳排放测算模型

#### 3.4.1. 编制核算清单

根据识别出的排放源及细化的作业环节等，编制仓储管理碳排放核算清单。清单涵盖了仓储环节各项作业设备用能信息、排放类型，可对各环节排放源进行核算。为解决各用能环节排放边界不清的情况，清单编制按照仓储管理环节进行归类，碳排放核算清单见图 2。

| 序号 | 排放环节 | 能源类型 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 范畴1 | | | | 范畴2 | | 范畴3 | |
| | | 天然气消耗 | 煤炭消耗 | 柴油消耗 | 汽油消耗 | 电力消耗 | 热力消耗 | 外购产品 | 外购服务 |
| | | （立方米） | （吨） | （升） | （升） | （kwh） | （GJ） | | |
| | | 统计仓库天然气消费量，用于核算排放。 | 统计仓库煤炭消费量，用于核算排放。 | 统计仓库柴油消费量，用于核算排放。 | 统计汽油消费量，用于核算排放。 | 统计仓库外购电力能源消费量，用于核算排放。 | 统计仓库外购热力消费量，用于核算排放。 | 统计仓库外购耗材，办公设备等资产数量，用于核算排放。 | 统计仓库外购服务项目，用于核算排放。 |
| 1 | 收货 | | | 柴油叉车 | | 电动叉车 | | | |
| 2 | 盘点 | | | 柴油叉车 | | 行吊<br>电动叉车 | | | |
| 3 | 理货 | | | 柴油叉车 | | 行吊<br>电动叉车 | | | |
| 4 | 发货 | | | 柴油叉车 | | 行吊<br>电动叉车 | | | |
| 4 | 储存 | | | | | 行吊<br>自动化立体货架 | | | |
| 5 | 运营 | | | | | 照明 | | 纸张 | 货物装卸 |
| | | | | | | | | 办公设备 | |
| | | | | | | 办公 | | 办公家具 | |

**Figure 2.** Carbon emission accounting list of warehouse management
**图 2.** 仓储管理碳排放核算清单

#### 3.4.2. 配置计算方法

根据核算清单所列的各作业环节能源排放类型，基于通用的排放核算方法配置计算方法，在计算仓储每一个作业环节排放，累加全部环节作业排放量得到仓储总的碳排放。并按计算规则明确数据采集要求，形成完整的仓储排放计算方法[4]。

由于叉车是仓储作业最为频繁的设备，作业量无法计算，提出两套叉车作业排放计算的方法，具体方法如下：收货、盘点、发货等作业环节均使用叉车进行货物装卸搬运，针对上述作业环节，叉车作为用能设备，排放计算方法具有一致性叉车用电(油)量计算，目前有两种方案：方案一：实测分摊法。实测

叉车一定电(油)量状态下，至下一次充电(加油)的装卸作业次数，以实测作业耗电量/装卸次数的方法，估算叉车单次装卸作业平均电(油)耗，作为活动量数据，用于叉车作业排放核算。方案二：实测法。实测每次作业实际耗电(油)量。其中：电/柴油排放因子获取，通过引用生态环境部等机构发布的电力、柴油碳排放因子数据，用于计算叉车碳排放量；叉车碳排放计算，计算一定时间电动叉车电耗和电排放因子的乘积与柴油叉车油耗和柴油排放因子乘积的总和[5]，具体碳排放核算的计算公式如下：

1) 仓储排放量 = 收货排放量 + 理货或盘点排放量 + 发货作业排放量 + 存储作业排放量 + 运营过程排放量

2) 收货碳排放量 = 叉车用电/用油量 × 电(油)排放因子 + 行吊用电量 × 电排放因子

3) 发货碳排放量 = 叉车用电/用油量 × 电(油)排放因子 + 行吊用电量 × 电排放因子

4) 存储碳排放量 = 立体货架用电量 × 电排放因子

5) 运营碳排放量 = 公共用电 × 电排放因子 + 外购产品和服务数量 × 单位货物或服务排放因子

### 3.4.3. 明确计算参数和排放因子

计算参数是根据排放计算公式，确定作业环节的活动数据，锁定计算排放所需的用能数据。计算参数包括设备、设施和其他用能数据，碳排放因子包括柴油和电力排放因子，以下具体说明：

1) 设备用能数据：根据计算方法设定，收集叉车单次作业电(油)耗、业务量数据，计算一定时间叉车用电用油量；收集行吊装卸一次货物作业时长，业务量数据，计算一定时间行吊用电量；收集自动货架上下货架一次作业时长，业务量等数据，计算一定时间行吊用电量。

2) 设施用能数据：收集仓库照明、办公等耗电量，设计设施用电采集方案，采集仓库用电量，用于核算无法分摊至具体作业环节的排放。

3) 其它用能数据：收集权威机构发布的纸张、电脑、办公家具等单位产品排放数据，以及外购服务排放数据，用于核算间接排放量。

4) 柴油、电力排放因子：柴油排放因子参考柴油车国六排放标准下的柴油排放因子数据，电力排放因子参考联合国清洁发展机制下的《电力系统排放因子计算工具》的电力排放因子数据。3.5 开展仓储环节碳排放试算

根据核算清单及建立的仓储管理排放计算方法，设计形成适用于电力仓储碳排放核算表，为后续仓储碳排放核算做支撑，表 1 为电力仓储碳排放核算表。

**Table 1.** Carbon emission accounting table of electric power storage
**表 1.** 电力仓储碳排放核算表

| 序号 | 环节 | 排放源 | 用能设备 | 数据填写 | | | | | 排放计算 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 活动量 | | | × | 排放因子 | |
| | | | | 活动量/采购量 | × | 用能量 | | | |
| 1 | 收货 | 装卸作业 | 叉车 | 装卸次数 | × | 单次作业用电(油)量 | × | 电力(柴油)排放因子 | |
| | | | 行吊 | 装卸次数 | × | 单次作业用电量 | × | 电力排放因子 | |
| 2 | 盘点 | 搬运作业 | 叉车 | 搬运次数 | × | 单次作业用电(油)量 | × | 电力(柴油)排放因子 | |
| | | | 行吊 | 搬运次数 | × | 单次作业用电量 | × | 电力排放因子 | |
| 3 | 理货 | 搬运作业 | 叉车 | 搬运次数 | × | 单次作业用电(油)量 | × | 电力(柴油)排放因子 | |
| | | | 行吊 | 搬运次数 | × | 单次作业用电量 | × | 电力排放因子 | |
| 4 | 发货 | 装卸作业 | 叉车 | 装卸次数 | × | 单次作业用电(油)量 | × | 电力(柴油)排放因子 | |
| | | | 行吊 | 装卸次数 | × | 单次作业用电量 | × | 电力排放因子 | |

续表

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **5** | **存储** | 上下架作业 | 自动化立体货架 | **上下架次数** | × | **单次作业用电(油)量** | × | **电力排放因子** |
| **6** | **运营** | 外购产品 | 购入纸张 | **纸张购买数量** | | | × | **单位纸张排放** |
| | | | 购入办公设备 | **电脑、打印机等设备购买数量** | | | × | **单位产品排放** |
| | | | 购入办公家具 | **办公家具购买数量** | | | × | **单位产品排放** |
| | | 外购服务 | 委外装卸服务 | **装卸服务次数** | | | × | **单次装卸服务排放** |

## 4. 结束语

本文基于碳排放因子核算法，明确了电力仓储的碳排放源、编制核算清单、建立计算方法、收集核算数据、开展排放计算，为开展电力仓储管理环节碳排放核算提供可借鉴的方法。本文设计了一种电力仓储管理环节碳排放核算方法及核算模型，建立了一项支持电力仓储碳排放核算工具，降低了仓储过程中碳排放核算的复杂度，在物流仓储的碳排放核算方面提供了参考。随着绿色物流发展不断深入，在物流仓储识别碳排放行为和核算方法方面，该碳排放核算方法有助于电网企业制定相应的减排目标和计划，推动电网供应链绿色低碳转型。

## 参考文献

[1] 周倜然. 全国政协委员武钢:推动绿色供应链的建设和管理[J]. 中国电业, 2021(3): 22-23.

[2] 罗拥军, 丁伟曹, 马星. 电力仓储系统中的碳计算分析[J]. 集成电路应用, 2023, 40(9): 164-165.

[3] 李蔷, 胡仁. “双碳”背景下绿色物流的发展现状分析[J]. 物流工程与管理, 2023, 45(6): 1-3.

[4] 阮毅. 电力企业仓储配送体系建设探讨[J]. 中国物流与采购, 2022(22): 115-116.

[5] 丘建栋, 徐祥, 屈新明, 等. 城市道路交通移动源碳排放核算方法[J]. 城市交通, 2023, 11(2): 121-127.